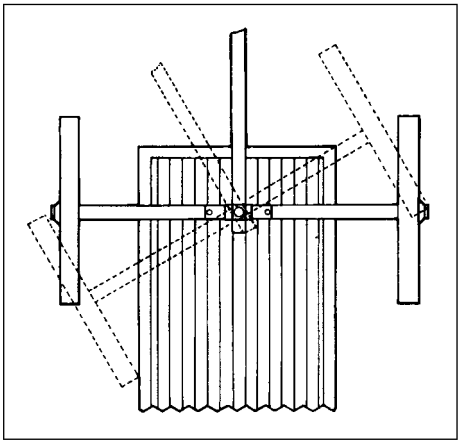
## *Introduction*

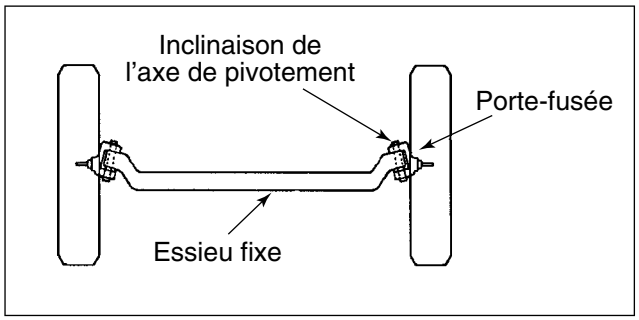
Tourner le volant de direction, pour suivre une route sinueuse ou stationner son véhicule, est un geste que tous les automobilistes accomplissent naturellement sans même s'interroger sur les éléments mis en cause. Pourtant, la moindre modification d'orientation des roues directrices commande l'action de mécanismes et d'organes situés entre le volant de direction et le porte-fusée. La direction des automobiles modernes a atteint un niveau de développement tel qu'elle passe inaperçue aux yeux de la majorité. Les nouveaux automobilistes croient souvent que ce degré de perfectionnement existe depuis toujours. La réalité est toutefois bien différente. À l'invention de l'automobile, les fabricants conservèrent la direction alors en usage sur les voitures tirées par des chevaux, soit un essieu rigide à pivot central. Un changement de direction du véhicule se traduisait alors par l'avancement d'une roue accompagné du recul de l'autre.

*Figure 3.1 Direction à essieu à pivot central*



L'augmentation de la vitesse et de la masse des véhicules, combinée aux difficultés d'amortir le transfert des chocs et à l'impossibilité de monter des freins, démontra rapidement les limites de ce système. Imaginez un automobiliste de l'époque tentant de garder son véhicule à essieu pivotant sur la route alors que le freinage d'une roue avant diffère de celui de l'autre. L'essieu pivotant fut donc rapidement remplacé par un essieu fixe terminé à chacune de ses extrémités par une articulation. Ce type d'essieu porte le nom d'Ackerman et seuls les porte-fusées pivotent lors du braquage des roues directrices. Comme vous l'avez vu au chapitre précédent, l'articulation entre l'essieu et le porte-fusée s'effectue au moyen d'un axe de fusée ou de rotules, et l'inclinaison de l'axe de pivotement vise l'amélioration de la tenue de route.

*Figure 3.2 Essieu fixe de type Ackerman (Dana)*




L'adoption de ce type d'essieu s'est accompagnée de plusieurs innovations; il a alors fallu inventer un système capable de transmettre la commande du volant aux deux roues directrices se déplaçant dorénavant en parallèle. Au fil des ans, différentes solutions furent successivement adoptées et remplacées par de plus performantes. Aujourd'hui, deux systèmes de direction dominent le marché : à boîtier à circulation de billes et à crémaillère.

Dans ce chapitre, divisé en trois sections, vous étudierez d'abord les éléments communs aux deux systèmes; vous poursuivrez par l'étude des directions à boîtier à circulation de billes et à crémaillère.

## 3.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX ET ÉLÉMENTS COMMUNS

Lorsqu'un automobiliste déclare que la direction de son véhicule possède une direction assistée à crémaillère, cela démontre qu'il s'intéresse à la direction de son véhicule. Tant que le véhicule réagit correctement aux commandes du volant de direction, le conducteur ne se pose pas d'autres questions. Ce n'est qu'au moment de payer la facture d'une réparation et qu'apparaissent certains noms de pièces que les automobilistes découvrent que la direction compte plusieurs éléments.

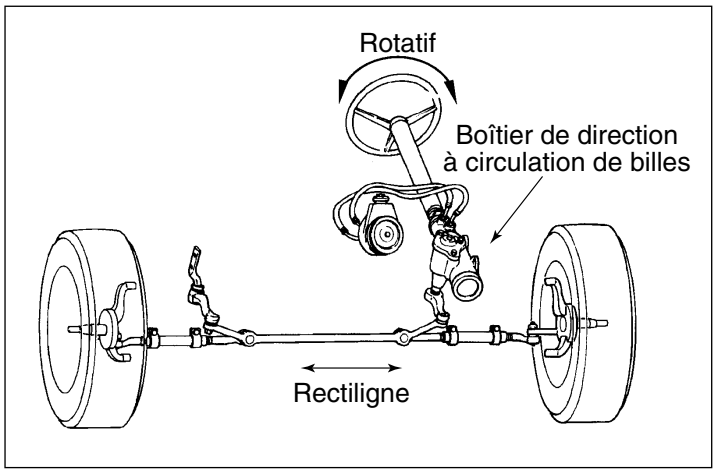
Dans cette section, vous étudierez les principes qui se rapportent à l'ensemble des directions ainsi que le fonctionnement de la colonne de direction.

### DIRECTION

#### Rôle

La direction démultiplie et transforme le mouvement que le conducteur applique au volant et le transmet aux roues directrices. La forte démultiplication réduit l'effort nécessaire au braquage et limite la transmission des oscillations des pneus vers le volant de direction. Le système de direction transforme également le mouvement rotatif du volant en un déplacement rectiligne qui commande le pivotement des roues directrices.

*Figure 3.3 Transformation du mouvement rotatif en mouvement rectiligne (Moog Automotive)*




#### Rapport de démultiplication de la direction

Le rapport de démultiplication de la direction, aussi appelé rapport de direction, indique la relation entre la rotation du volant et le pivotement des roues directrices. Il s'obtient en divisant le mouvement du volant, exprimé en degrés, par celui des roues directrices, également exprimé en degrés. À titre d'exemple, un rapport de 15 à 1 provient de la division du déplacement du volant de direction de 15° qui commande le pivotement sur 1° des roues directrices. Pour les voitures de promenade modernes, la démultiplication de la direction se situe habituellement entre 10:1 et 20:1. Le rapport de démultiplication influence directement le nombre de tours que le volant doit réaliser pour braquer les roues d'une butée à l'autre. Naturellement, le nombre de tours du volant augmente avec l'élévation du rapport.

*Figure 3.4 Spécifications sur une direction extraites d'un manuel de réparation (Ford)*

| Description | Spécifications |
|---|---|
| *Gear Ratio* (rapport de démultiplication) | 15:1 |
| *Number of Turns* (tours au volant de butée en butée) | 2,5 |
| *Pinion, Rack Lubricant Capacity* | *23-27 grams* |
| *Power Steering Fluid Capacity (Including Steering Pump)* | *2.5 pints* |
| *Pinion, Rack and Pinion Bearing Lubricant* | C3AZ-19578-A (ESW-M1C87-A) |
| *Seal Lubricant (Cavity under Dust Seal)* | DOAZ-19584-A (ESBM1C93-A) |
| *Premium Power Steering Fluid* | E6AZ-19582-AA ESW-M2C33-F |
| *Effort Required to Initiate Proper Input Shaft Rotation (Power Cylinder Drained and Gear Removed from Vehicle)* | 0.78-2.03 N•m (*7-18 lb./in.*) |
| *Tie Rod Articulation Effort (On Pull Scale)* | *2-10 lb.* |
| *Tie Rod Outer End Lubricant* | *None (Bonded Rubber Design)* |

L'usage prévu du véhicule, ses dimensions, sa masse et l'existence ou non d'assistance font partie des facteurs considérés lors du choix du rapport de démultiplication de la direction d'un véhicule. C'est ainsi que le rapport de direction d'une voiture sportive est habituellement inférieur à celui d'une familiale, ce qui accélère les réactions aux commandes du volant. Le qualificatif « rapide » décrit alors la direction de la voiture sportive, et l'adjectif « lente », celle de la familiale. La présence d'une direction assistée, qui réduit l'effort à fournir par l'automobiliste, permet aussi d'opter pour un rapport de démultiplication inférieur.

## Diamètre de braquage

Le diamètre de braquage correspond à celui de la circonférence minimale nécessaire à un véhicule pour effectuer un tour complet. Dans le but de faciliter la manœuvre, les fabricants tentent dans la mesure du possible de maintenir le diamètre de braquage le plus faible possible. Les spécifications indiquent parfois le diamètre de braquage pour effectuer un tour complet sur une surface libre ou entre deux murs. La distance entre deux murs est toujours plus importante.

## Caractéristiques communes

La direction constitue un système essentiel à la conduite et à la sécurité d'un véhicule. Lors de la conception de la direction de toutes les automobiles, les ingénieurs doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- absence de jeu lorsque le véhicule suit un tracé rectiligne;
- friction réduite entre les divers éléments;
- possibilité de rattraper le jeu créé par l'usure de composants du boîtier;
- autocentrage, c'est-à-dire tendance normale des roues à revenir d'elles-mêmes en position centrale et à s'y maintenir;
- régularité de la force nécessaire pour commander la direction d'une butée à l'autre et maintien de cette force à l'intérieur de limites établies;
- réduction maximale de la transmission des chocs de la route au volant tout en fournissant une rétroaction à l'automobiliste.

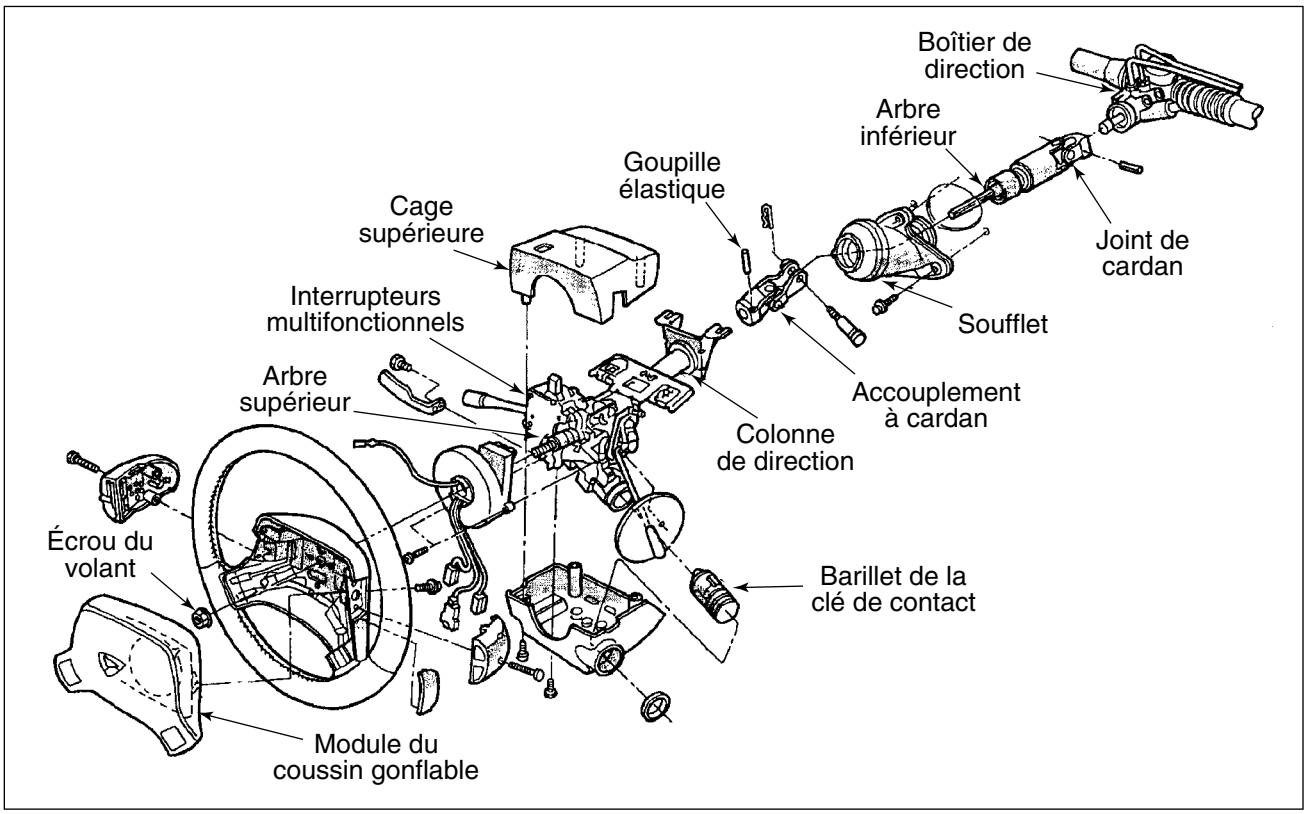
À la sortie de l'usine, la direction des véhicules répond à tous les critères énumérés. Après un certain temps, l'usure ou des chocs importants finissent par modifier la direction. La connaissance des éléments des divers systèmes est essentielle à l'entretien et à la réparation des directions.

## COLONNE DE DIRECTION

### Rôle

La colonne de direction établit, par l'entremise de l'arbre de direction, un lien mécanique direct entre le volant et le boîtier de direction. Au fil des ans, plusieurs rôles secondaires se sont graduellement ajoutés au rôle initial. D'un simple tube rigide traversé par un arbre, la colonne des automobiles modernes est devenue un ensemble complexe. Le verrouillage du volant, l'interdiction de démarrer ou d'extraire la clé de contact, les interrupteurs multifonctionnels et le coussin gonflable sont des exemples de charges qui ont exigé l'addition d'éléments à la colonne de direction.

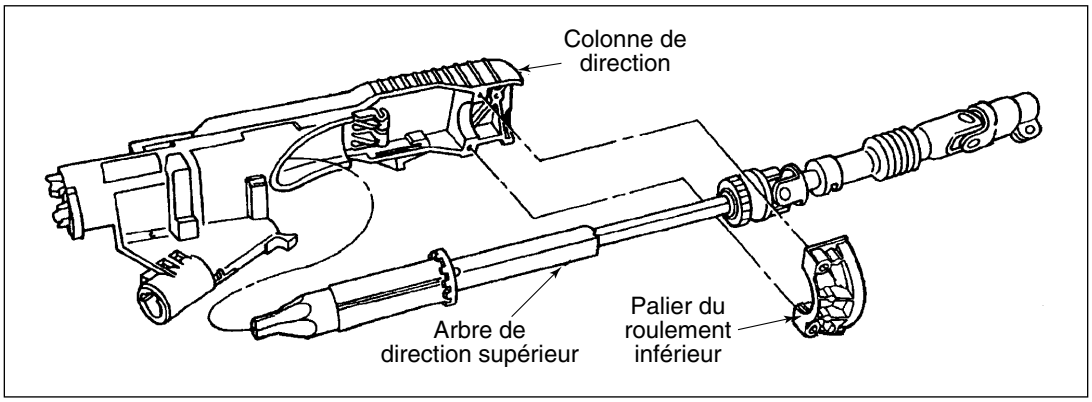
*Figure 3.5 Éléments d'une colonne de direction (Chrysler)*




### Construction et fonctionnement

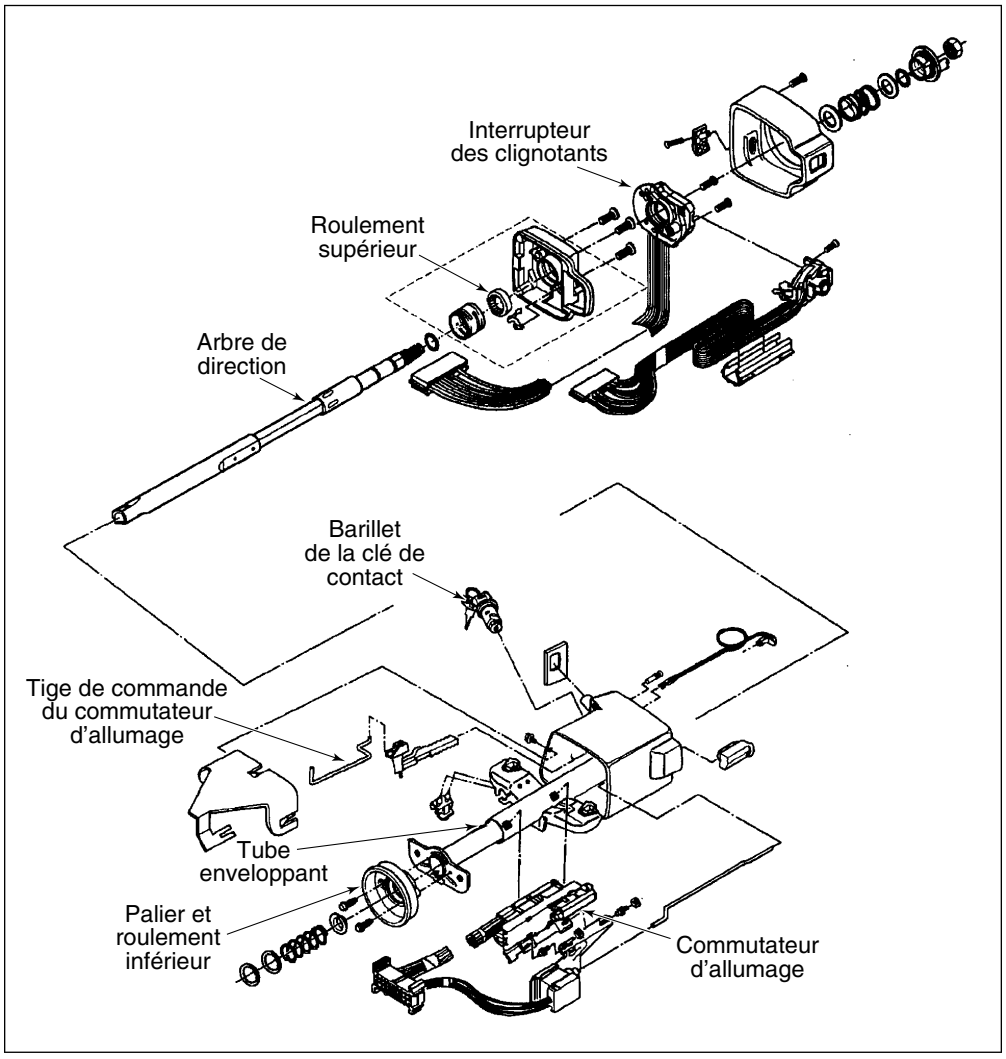
Comme le trajet entre le boîtier et le volant de direction est rarement droit, l'arbre compte souvent deux ou trois sections. Chacune d'elles est reliée par des joints de cardan ou de caoutchouc entoilé. Selon les modèles, l'arbre s'insère en partie ou entièrement dans un tube enveloppant. Des paliers situés aux extrémités supérieure et inférieure supportent l'arbre et permettent la rotation sans friction. Ces paliers sont parfois remplaçables séparément, ou non démontables et intégrés à l'ensemble de la colonne.

*Figure 3.6 Colonne de direction recouvrant la partie supérieure de l'arbre (Ford)*



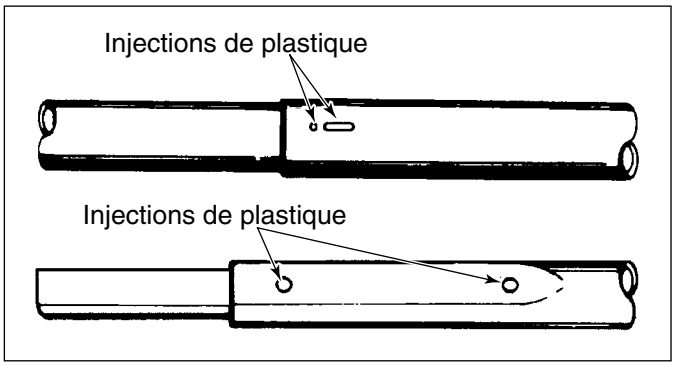

Les colonnes de direction d'aujourd'hui sont dites de sécurité. Cela signifie qu'elles sont conçues de façon à en éviter le recul dans l'habitacle lors de collisions frontales. Vous savez que dans ces circonstances, la colonne de direction et le volant représentent un danger pour l'automobiliste. L'écrasement du tube enveloppant et le coulissage d'une section télescopique de l'arbre préviennent habituellement le recul du volant. Selon les fabricants, la section télescopique de l'arbre de direction se situe à la base, ou comme le montre la figure 3.7, à l'extrémité supérieure de la colonne.

*Figure 3.7 Éléments de la partie supérieure d'une colonne de direction (General Motors)*



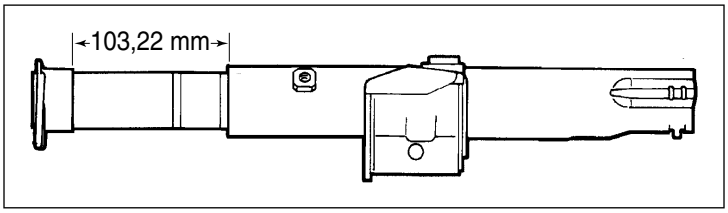
Souvent, des injections de plastique, à des endroits précis, immobilisent les sections télescopiques de l'arbre ou du tube enveloppant. La rupture de ces injections indique que la colonne de direction a réagi à un choc important. Dans ce cas, les fabricants donnent des consignes précises spécifiant si la remise en état exige la réparation ou le remplacement des éléments touchés.

*Figure 3.8 Éléments immobilisés par des injections de plastique (General Motors)*



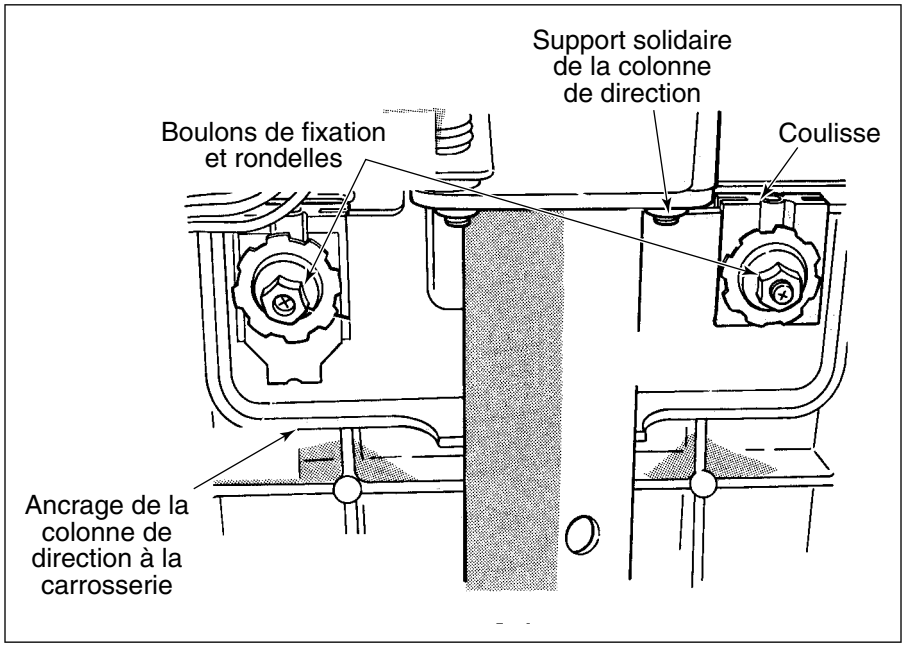

Comme le montre la figure 3.9, la longueur du tube enveloppant de la colonne de direction est une donnée importante; elle influence directement le fonctionnement de divers mécanismes. Le verrouillage du sélecteur de la transmission automatique et l'interdiction d'extraire la clé de contact en sont des exemples.

*Figure 3.9 Position de la cote de contrôle de l'écrasement d'un tube enveloppant (General Motors)*




Le mode de fixation de la colonne de direction à la carrosserie contribue aussi à la sécurité du conducteur. Celui-ci interdit la transmission d'un choc du bas vers le haut, mais tolère un mouvement du haut vers le bas à la suite d'un contact violent de l'automobiliste contre le volant.

*Figure 3.10 Fixation du haut de la colonne de direction à la carrosserie (Chrysler)*


Support solidaire de la colonne de direction
Boulons de fixation et rondelles
Coulisse
Ancrage de la colonne de direction à la carrosserie